IPC-TM-650

РУКОВОДСТВО ПО ИСПЫТАТЕЛЬНЫМ МЕТОДАМ

Номер **2.6.14.1**	
Предмет исследования **Метод испытания на электрохимическую миграцию**	
Дата **09/00**	Редакция
Исходящая рабочая группа **Целевая группа по испытанию электрохимической миграции**	

1 Общая информация

Данный испытательный метод предназначен для определения склонности поверхности к электрохимической миграции. Этот испытательный метод можно использовать для оценки материалов и/или процессов пайки.

2 Прилагаемая документация

2.1 IPC

IPC-B-25 Универсальная испытательная плата

IPC-B-25–A Универсальная испытательная плата

IPC-6012A Аттестация и эксплуатационные характеристики для жестких печатных плат

IPC-9201 Справочник по сопротивлению поверхностной изоляции

2.1 Американское общество по испытанию материалов (ASTM)

ASTM D-257-93 Стандарт по испытательным методам на сопротивление постоянному току или электропроводности изолированных материалов

3 Испытательные образцы

Следует использовать испытательные платы: IPC-B-25 (схема B или E) или IPC-B-25–A (схема D) с шириной электрокабеля и расстоянием 0.318 мм. Способ производства должен предоставлять оптимизированное определение границ проводника (смотрите IPC-6012 требования к ширине проводников класса 2 и 3). Финишные испытательные платы должны быть не обработаны, с обнаженным медным покрытием, помимо другого участка поверхности, предназначенного для оценки. На рисунке 1 показана испытательная плата IPC-B-25–A; схема D идентична схемам IPC-B-25 B или E. Для определения процесса плата с испытательной схемой должна быть сделана из того же материала подложки, который использовался бы на практике для дублирования реальных рабочих условий.

4 Оборудование/приборы

4.1 Испытательная камера

В камере можно создать требуемые условия температуры/влажности: $40^0C\pm2^0C$, 93%±2% RH, $65^0C\pm2^0C$, 88.5%±3.5% RH, или $85^0C\pm2^0C$, 88.5%±3.5% RH. Испытательные платы могут быть с

электрическим смещением, а измерения можно провести, не открывая камеры и не нарушая режим температуры и влажности.

4.2 Измерительное оборудование

Измерительное оборудование высокого сопротивления точно такое, как было описано в ASTM D-257-93с диапазоном до 10^{12}Ом и с точностью до ±5% при 10^{10}Ом с потенциалом 100В постоянного тока (с 10% допустимым отклонением); стандартный резистор следует использовать для проверки с низкой точностью.

4.3 Источник питания

Следует использовать оборудование мощностью 10В постоянного тока при 100µA с 10% допустимым отклонением.

4.4 Токоограничивающий резистор

В каждой токовой цепи используйте один резистор на 10^6Ом. Это равнозначно трем токоограничивающим резисторам для каждой гребенчатой схемы с 5-точками. Обратите внимание, что некоторое испытательное оборудование имеет встроенные в испытательную систему токоограничивающие резисторы.

4.5 Соединительный провод

Используйте одножильный провод с изоляцией ПТФЭ, медный провод, либо что-то равнозначное. (Смотрите IPC-9201 Справочник по сопротивлению поверхностной изоляции).

4.6 Другие специальные зажимные приспособления

Фиксированная разводка – это способ соединения по умолчанию. Можно использовать другие специальные зажимные приспособления с условием, что фиксация не изменит сопротивление более чем на 0.1 по сравнению с системой фиксированной разводки при измерениях в испытательных условиях.

5 Процедура

5.1 Подготовка испытательного образца

5.1.1 При определении свойств материала (например, флюса) все образцы проходят очистку и сушку с помощью процесса, допускающего колебание минимального значения сопротивления изоляции 4 x 10^{10} Ом при испытании после 24ч при 35^{0}С и 85% RH. Если данное испытание проводится в качестве характеристики процесса, не допускается дополнительная обработка перед испытанием.

5.1.2 Для контроля следует использовать как минимум три испытательных образца, прошедших очистку, согласно 5.1.1.

5.1.3 Для жидких флюсов:

Нанесите жидкий флюс на всю поверхность испытательного образца с помощью щетки, беря произвольное количество флюса; держа образец на плаву на поверхность жидкого флюса гребенчатой структурой вниз; либо погрузите образец во флюс. Позвольте флюсу стечь, удерживая

схему пальцами в вертикальном положении одну минуту. Альтернативный метод нанесения флюса – производственные процессы с использованием распыления, пены или волн. Торцевые края штифтов следует защищать от флюса.

Рекомендуется использовать производственное оборудование для волновой пайки для пайки испытательных образцов с профилями предварительного нагрева производственных образцов. Можно использовать пайку с непрерывной подачей припоя (не тигель с припоем) с продолжительностью обработки как при волновой пайке. Состав припоя обычно следующий: 60% олова ±5%, остальное-медь; для такого сплава температура пайки должна составлять 250^{0}C ± 6^{0}C. Для других сплавов с составом ближе к эвтектическому олово-медь, температура пайки будет совместима с температурой стандартной паки.

Если возникают перемычки припоя, такие образцы считают браком. Необходимо проводить испытание как минимум трех образцов из каждой группы.

5.1.4 Для паяльной пасты:

При трафаретной печати по испытательной схеме следует воспользоваться резиновым валиком для удаления влаги или установкой трафаретной печати. Обратите внимание, что для схемы Telcordia GR-78 требуемая минимальная толщина трафарета составляет 0.20мм. Учитывая тот факт, что минимальная толщина трафарета часто зависит от ширины шага или следа и расстояния, трафарет меньшей толщины можно использовать для тонких знаков, метод проведения испытания должен быть согласован между испытателем и заказчиком.

Проведите оплавление образцов с трафаретной печатью, используя конвекцию, ИК излучение или оборудование для парофазного оплавления с профилями оплавления производственных образцов. Если нет в наличии названного оборудования, можно использовать равнозначные методы.

При возникновении любых перемычек припоя образец считается браком. Торцевые края штифтов следует защищать от флюса.

Надлежит проводить испытание как минимум трех образцов из каждой группы образцов.

5.1.5 Для порошковой электродной проволоки:

Используя паяльник и порошковую проволоку, осторожно нанесите припой на штифты всех гребенчатых структур. Торцевые края штифтов следует защитить от флюса.

При возникновении перемычек припоя образец считается браком.

Испытывают как минимум три образца из каждой испытательной группы. Каждый путь в схеме следует тестировать на наличие перемычек с помощью измерителя сопротивления (например, универсальный цифровой измеритель)

5.1.6 Очистку после пайки следует производить лишь в том случае, если она предусмотрена производственным процессом на конечном этапе сборки.

5.1.7 При оценке входного качества плат и/или готовых покрытий, испытательные образцы должны использоваться как полученные или как специально обозначенные конечным пользователем.

5.1.8 Подсоедините тестовые электропровода к контактным площадкам на всех схемах путем механического сдавливания (например, краев разъемов, подпружиненных контактов) или пайкой вручную с помощью провода с канифольным сердечником, при этом необходимо защитить схему от загрязняющих частиц флюса при пайке; флюс не должен проникнуть на участок со схемой. Не удаляйте флюс.

5.2 Проведение испытания

5.2.1 Разместите готовый к испытанию образец в камере примерно на расстоянии 2.5см и таким образом, чтобы воздушный поток был направлен параллельно расположению испытательных образцов в камере. При фиксированной разводке провода должны быть заделаны, чтобы остатки флюса в местах присоединения проводов, не попадали на испытательную схему. Механическую фиксацию ведут по краю. Вставьте ограничивающий резистор в соединительные провода 1, 3 и 5 на каждой схеме.

5.2.2 Разместите штатив примерно в центре испытательной камеры. Проложите проводку к наружной стороне камеры; заправьте провод, чтобы он не заходил на схемы. Убедитесь, что конденсат не будет капать на образцы.

5.2.3 Закройте камеру и оставьте образцы стабилизироваться на 96 часов при заданных значениях температуры и уровня относительной влажности. После завершения 96 часовой стабилизации следует снять первые показания сопротивления изоляции в диапазоне напряжений 45-100 В постоянного тока. Вследствие полярности измерения проводят между концами 1 и 2, 3 и 2, 3 и 4, а также 5 и 4 при заданной температуре и влажности с токоограничивающими резисторами в последовательном соединении с испытательной схемой. У концов 2 и 4 должен быть один потенциал, а концы 1, 3, 5 должны иметь противоположный потенциал.

5.2.4 Подсоедините образцы к источнику питания с токоограничивающими резисторами в последовательном соединении с испытательной схемой и подайте напряжение 10В постоянного тока на протяжении всего испытания. Полярность испытания должна быть такая же, как при измерениях в разделе 5.2.3.

5.2.5 После 500 часов напряжения смещения (всего 596 часов), отсоедините источник питания и еще раз проведите измерения, как в 5.2.3 с образцами в испытательных условиях.

5.3 Обработка данных

Среднее значение (среднее геометрическое) сопротивления изоляции вычисляется по формуле: смотрите в оригинале, где

N = число контактных точек (минимум 10)

IR_i = отдельные измерения сопротивления изоляции

Где систематическую погрешность низкого сопротивления изоляции можно отнести к материалу конструкции или процессу, используемому в производстве испытательной платы. Это значение можно найти и применить к вычислениям.

Систематические погрешности включают:

- загрязнение на поверхности изоляции платы: остатки, шплинт припоя, конденсат.

- неполное травление схемы, снижающее расстояние между проводниками на число, выше допустимого.
- повреждение изоляции между проводниками в виде царапин, трещин и видимыхъ повреждений.

Для того, чтобы испытание считалось действительным, требуется провести как минимум 10 измерений.

5.4 Визуальный осмотр

После завершения испытания образцы извлекают из камеры и начинают проверку, используя заднюю подсветку, увеличение 10х для обнаружения электрохимической миграции (рост филаментов), обесцвечивания и коррозии.

Примечание: локализованная электрохимическая миграция на одном гребне может возникнуть по причине какой-то аномалии при испытании.

6.1 Справочная документация

6.1.1 IPC-TR-476A Электрохимическая миграция: отказы, вызванные электрическими сбоями, в печатных монтажных компоновочных узлах.

6.1.2 IPC-9201 Справочник по сопротивлению поверхностной изоляции

6.1.3 Telcordia GR-78-CORE

6.2 Характерные особенности испытательных условий

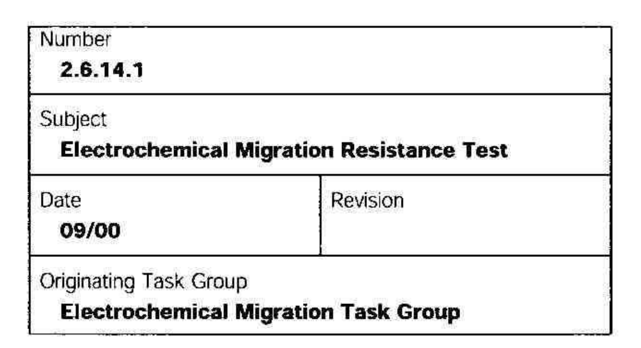
Пользователь данного испытательного метода должен выбрать для себя один из трех вариантов режима температуры/относительной влажности, о которых шла речь в разделе 4.1. Обратите внимание, что IPC-TR-476A рекомендуют условия при 65^{0}C и 85% RH.



ASSOCIATION CONNECTING
ELECTRONICS INDUSTRIES ®

2215 Sanders Road
Northbrook, IL 60062-6135

IPC-TM-650
TEST METHODS MANUAL



Number **2.6.14.1**	
Subject **Electrochemical Migration Resistance Test**	
Date **09/00**	Revision
Originating Task Group **Electrochemical Migration Task Group**	

1 Scope This test method provides a means to assess the propensity for surface electrochemical migration. This test method can be used to assess soldering materials and/or processes.

2 Applicable Documents

2.1 IPC

IPC-B-25 Multipurpose Test Board

IPC-B-25A Multipurpose Test Board

IPC-6012A Qualification and Performance Specification for Rigid Printed Boards

IPC-9201 Surface Insulation Resistance Handbook

2.1 American Society for Testing and Materials (ASTM)

ASTM D-257-93 Standard Test Methods for DC Resistance or Conductance of Insulating Materials

3 Test Specimens IPC-B-25 (B or E pattern) or IPC-B-25A (D pattern) test boards shall be used, with conductor line widths and spacings of 0.318 mm [0.01250 in]. The method of manufacture should provide optimized conductor edge definition (refer to the Class 2 and 3 conductor width requirements in IPC-6012). The finished test boards should be untreated, bare copper, unless another surface finish is part of the evaluation. Figure 1 shows the IPC-B-25A test board; the D pattern is identical to the IPC-B-25 B or E pattern. For process evaluation, the test pattern board should be made using the same substrate material as will be used in practice to duplicate actual working conditions.

4 Equipment/Apparatus

4.1 Test Chamber A temperature/humidity chamber capable of producing an environment of 40°C ± 2°C [104 ± 3.6°F], 93% ± 2% RH, 65°C ± 2°C [149 ± 3.6°F], 88.5% ± 3.5% RH, or 85°C ± 2°C [185 ± 3.6°F], 88.5% ± 3.5% RH and allowing test boards to be electrically biased and measured without being opened under these temperature and humidity conditions is used.

4.2 Measuring Equipment High resistance measuring equipment, equivalent to that described in ASTM D-257-93, with a range up to 10^{12}ohm and capable of yielding an accuracy of ± 5% at 10^{10}ohm with an applied potential of 100 VDC (10% tolerance); standard resistors should be used for routine calibration.

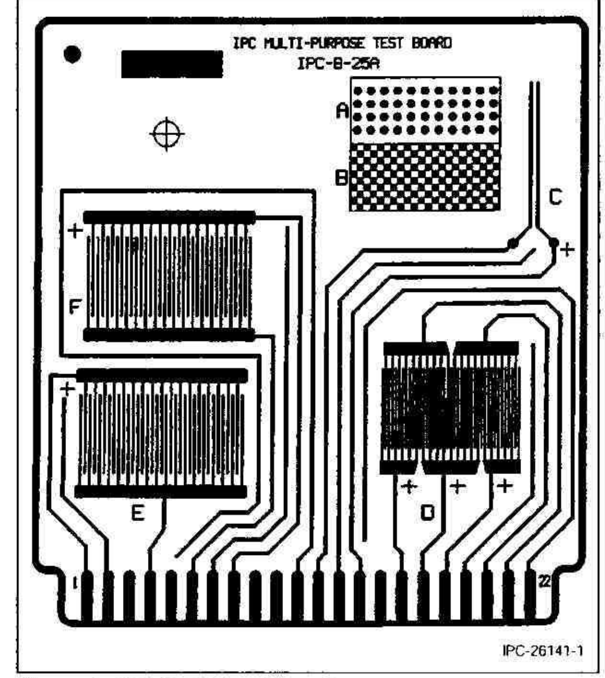


Figure 1 IPC-B-25A Test Board

4.3 Power Supply Equipment capable of providing 10 VDC at 100 μA, with a 10% tolerance, shall be used.

4.4 Current-Limiting Resistors Use one 10^6 ohm resistor in each current path. This equates to three current-limiting resistors for each 5-point comb pattern. Note that some test equipment has the current limiting resistors built into the testing system.

4.5 Connecting Wire Use PTFE-insulated, solid-conductor, copper wire, or equivalent. (See IPC-9201 Surface Insulation Resistance Handbook.)

4.6 Other Dedicated Fixtures Hardwiring is the default connection method. Other dedicated fixtures may be used, provided that the fixture does not change the resistance for more than 0.1 decade compared to a comparable hardwired system, when measured at the test conditions.

5 Procedure

5.1 Test Specimen Preparation

5.1.1 In performing a material qualification (e.g., flux), all specimens are to be cleaned and dried using a process capable of yielding a **minimum** insulation resistance value of 4 x 10^{10} ohm when tested at 35°C, 85% minimum RH after 24 hours. If this test is being performed as a process qualification, additional pre-test processing is not allowed.

5.1.2 A minimum of three test specimens cleaned per 5.1.1 shall be used for controls.

5.1.3 For liquid flux:

Apply the liquid flux to the entire surface of the test specimen by brushing liberal quantities of the flux onto the specimen, by floating the specimen comb side down on the liquid flux, or by dipping the specimen into the flux. The specimen shall be drained vertically for one minute with the fingers of the comb pattern vertical. Alternatively, flux may be applied by production application processes - spray, foam, or wave. The edge connector fingers should be protected from flux.

It is recommended that production wave soldering equipment be used for soldering the test specimens, with a preheat profile representative of production. A solder fountain may be used (not a solder pot), with a residence time similar to the residence time in a solder wave. Solder composition is usually 60% tin ± 5%, remainder is lead; for such alloys, the solder temperature shall be 250°C ± 6°C [482 ± 10.8°F]. For alloys other than those with compositions near the tin-lead eutectic, the solder temperature will be compatible with the usual soldering temperature for the alloy used.

If any solder bridging occurs, that specimen shall be discarded. A minimum of three specimens from the sample group shall be tested.

5.1.4 For solder paste:

A squeegee or screen printer shall be used with a stencil imaged with the test pattern. It should be noted that the Telcordia GR-78 pattern requires a minimum stencil thickness of 0.20 mm [7.9 mil]. Due to the fact that the minimum stencil thickness is often dependent on the pitch or trace width and spacing, a smaller stencil thickness may be used for fine features and shall be agreed upon between the tester and customer for the purpose of this test method.

Reflow the printed specimens using convection, infrared, or vapor phase reflow equipment using a reflow profile representative of production. Equivalent methods may be used if such equipment is not available.

If any solder bridging occurs, that specimen shall be discarded. The edge connector fingers should be protected from paste.

A minimum of three specimens from the sample group shall be tested.

5.1.5 For flux-cored wires:

Using a hand soldering iron and the cored wire under test, carefully apply solder to the fingers of all comb patterns. The edge connector fingers should be protected from flux.

If any solder bridging occurs, that specimen shall be discarded.

A minimum of three specimens from the sample group shall be tested. Each circuit path will be tested for the presence of solder shorts using a resistance meter (e.g. digital multimeter).

5.1.6 Post solder cleaning shall be performed only when such cleaning is part of the production process used in the final assembly.

5.1.7 When evaluating incoming board quality and/or final finishes, test specimens shall be used as received or as specified by the end user.

5.1.8 Attach test leads to the land areas of all patterns either by mechanical pressure (e.g., edge connectors, spring-loaded pins) or by hand soldering using Rosin (R) cored wire, using a shield to protect the test patterns from flux contamination during soldering; the flux shall not spread into the pattern area. Do not remove the flux.

5.2 Test Procedure

5.2.1 Place the terminated test specimens in a suitable rack that maintains the specimens at least 2.5 cm apart and such that the air flow is parallel to the direction of the test specimens in the chamber. For hardwiring, wires should be

dressed from the bottom to prevent flux residues from the wire attachment from flowing onto the test patterns. With mechanical fixtures, fixtures should be to the side. Insert the limiting resistors in terminating leads 1, 3, and 5 of each pattern.

5.2.2 Place the rack approximately in the center of the test chamber. Route the wires to the outside of the chamber; dress the wiring away from the test patterns. Ensure that drops of condensation cannot fall on the specimens.

5.2.3 Close the chamber and allow all samples to stabilize for 96 hours at the specific temperature and humidity. After the 96-hour stabilization period, the initial insulation resistance measurements shall be made using voltage in the range of 45 VDC to 100 VDC. Due to polarity, measurements should be made between terminals 1 and 2, 3 and 2, 3 and 4, and 5 and 4, at the specific temperature and humidity with the current limiting resistors placed in series with the test circuit. Terminals 2 and 4 shall be at one potential, and terminals 1, 3, and 5 at the opposite potential.

5.2.4 Connect the samples to the power supply with the current limiting resistors placed in series with the test circuit, and apply 10 VDC for the duration of the test. The test polarity shall be the same as the measurement polarity used in section 5.2.3.

5.2.5 After 500 hours of applied bias (596 hours total), disconnect the power supply and repeat the measurements per 5.2.3 with the specimens under test conditions.

5.3 Data Handling The average (geometric mean) insulation resistance (IR_{avg}) is calculated from:

$$IR_{avg} = 10^{\left[\frac{1}{N}\sum_{i}^{N} \log IR_i\right]}$$

where,

N = number of test points (10 minimum),

IR_i = individual insulation resistance measurements

Where an assignable cause of low insulation resistance, which is properly attributable to the materials of construction or to the process used to produce the test board, can be found, then such a value can be excluded from calculating the average.

Such assignable causes include:

- Contamination on the insulating surface of the board, such as debris, solder splints, or water droplets from the conditioning chamber
- Incompletely etched patterns that decrease the insulating space between conductors by an amount greater than that allowed in the appropriate design requirements drawing
- Scratched, cracked, or obviously damaged insulation between conductors

A minimum of 10 test measurements is required for the test to be valid.

5.4 Visual Examination After completion of the test, the test specimens shall be removed from the test chamber and examined, with back-lighting, at 10x magnification for evidence of electrochemical migration (filament growth), discoloration, and corrosion.

Note: Localized electrochemical migration on one comb may be caused by a testing anomaly.

6 Notes

6.1 Reference Documents

6.1.1 IPC-TR-476A Electrochemical Migration: Electrically Induced Failures in Printed Wiring Assemblies

6.1.2 IPC-9201 Surface Insulation Resistance Handbook

6.1.3 Telcordia GR-78-CORE

6.2 Specification of Test Conditions Users of this test method will need to specify one (1) of the three (3) temperature/humidity conditions called out in section 4.1. Note that IPC-TR-476A recommends using 65°C, 85% RH.